

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА И РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Федорова О.В., Бернгардт В.А., Беспалов В.М.*

*Руководители – проф., д.т.н. Довженко Н.Н., доцент, к.т.н. Дроздова Т.Н.*  
ФГАОУ ВПО «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск,  
fedorovaov@bk.ru

Алюминий и ряд его сплавов широко применяют в электротехнике благодаря высокой электропроводности, коррозионной стойкости, небольшому удельному весу, хорошей обрабатываемости давлением, при этом некоторые сплавы проявляют высокую прочность, теплопроводность, сопротивление ползучести и другие специальные свойства.

Интерес к термически стабильным алюминиевым сплавам проявлялся давно. В последнее время при производстве полуфабрикатов и изделий электротехнического назначения большое внимание уделяют сплавам с добавками циркония. Цирконий позволяет значительно повысить температуру рекристаллизации алюминия, что в свою очередь обеспечивает работоспособность проводов для воздушных линий электропередачи при температуре до 250 °С. Термостойкость алюминиевых сплавов, легированных цирконием, обусловлена тем, что он значительно повышает температурный порог рекристаллизации, вследствие выделения дисперсного интерметаллида  $ZrAl_3$ , который замедляет развитие рекристаллизационных процессов.

Производство электротехнической катанки классическими методами приводит к значительным потерям электропроводности за счет увеличения плотности дислокаций в деформированном металле вследствие большого количества переходов и высокой суммарной степени деформации.

Проведенные исследования были направлены на изучение влияния особенностей технологии получения деформированных полуфабрикатов, с применением различных методов обработки давлением, на механические и электрофизические свойства образцов из сплавов системы Al-Zr. В качестве основного легирующего элемента был выбран цирконий, который вводили в количестве 0,15 масс. %.

Для исследований применяли следующие технологические схемы получения из литой заготовки прутков диаметром 9 мм: горячая сортовая прокатки (ГСП); совмещенная прокатка-прессование (СПП); совмещенное литье и прокатка-прессование (СЛИПП).

ГСП проводили на сортопрокатном стане AMBIFILO VELOCE ROSEN с диаметром валков 130 мм, при этом литую заготовку нагревали в электрической печи до температуры 550 °С, прокатывали в калибрах, и

получали пруток диаметром 9 мм. СПП осуществляли на экспериментальной установке совмещенной обработки, смонтированной на базе прокатного стана ДУО 200 с диаметром валков 200 мм. Технологию СЛИПП реализовали на той же экспериментальной установке, однако в этом случае в валки заливали расплав металла, который последовательно кристаллизовался в калибре вращающихся валков, обжимался ими и выдавливался через матрицу в виде горячепрессованного прутка диаметром 9 мм.

Деформированный пруток, полученный по различным методам, подвергали волочению. Волочение катанки проводили на цепном стане без промежуточных отжигов и получали холоднодеформированную проволоку диаметром 2 мм.

Анализ механических свойств горячекатаных заготовок и проволоки позволил установить, что при холодном волочении катанки, изготовленной методами ГСП и СПП, происходит упрочнение на 50 % (рис. 1).

На первом этапе работы проводили сравнительный анализ режимов приготовления слитков и технологий ГСП и СПП, который позволил выявить следующие закономерности. На прочностные свойства значительное влияние оказывает способ изготовления катанки. Технология СПП позволяет получить более высокие прочностные свойства в катанке (116-126 МПа), по сравнению с технологией ГСП (101-106 МПа), рис. 1 а. После холодного волочения в проволоке из катанки, изготовленной СПП, наследуются более высокие прочностные свойства (220-231 МПа) в отличие от ГСП (181-191 МПа), рис. 1 б.

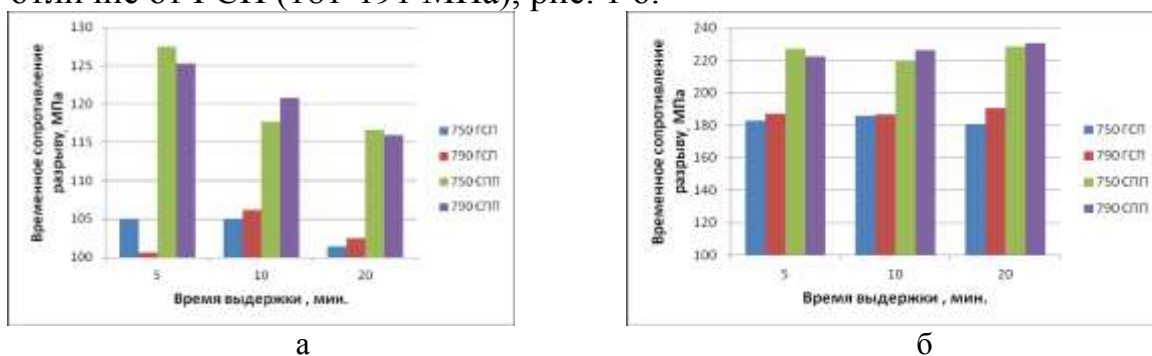


Рисунок 1-Распределение прочностных свойств в зависимости от режимов приготовления расплава и технологии изготовления катанки: а- катанка, б- проволока

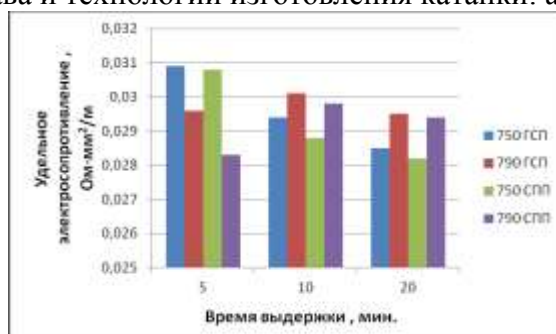


Рисунок 2- Зависимость УЭС проволоки от времени выдержки и технологии изготовления исходной заготовки

Установлено, что существенное значение на величину УЭС проволоки оказывают время выдержки расплава после введения лигатуры и температура заливки. При температуре заливки расплава 750 °С зафиксировано минимальное значение УЭС проволоке. Увеличение времени выдержки расплава перед заливкой, приводит к более полному усвоению лигатуры, при этом значения УЭС снижаются (рис. 2).

На втором этапе работы был выполнен анализ двух высокопроизводительных и энергосберегающих методов совмещенной обработки. В качестве совмещенных перспективных технологий изготовления катанки, которая является исходной заготовкой для производства проволоки, выбрали технологии СПП и СЛИПП.

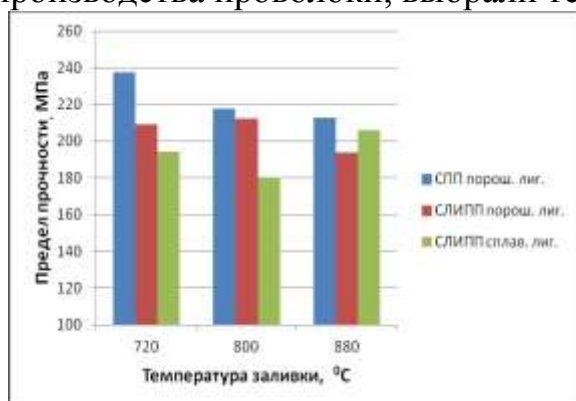


Рисунок 3-Распределение прочностных свойств проволоки в зависимости от технологии изготовления слитков и катанки

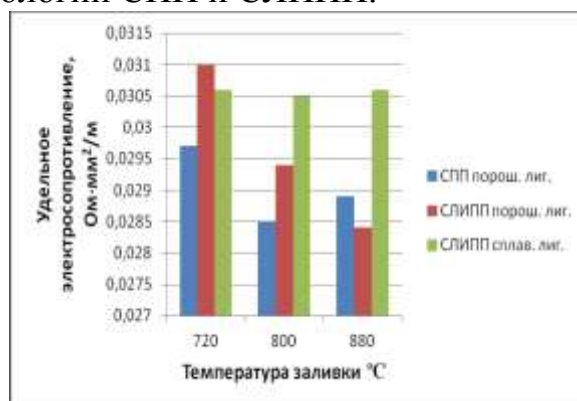


Рисунок 4- Зависимость УЭС проволоки от технологии изготовления слитков и катанки

Помимо технологии изготовления катанки анализировали влияние параметров литья исходных заготовок, за которые принимали температуру заливки расплава и вид лигатуры.

Использование сплавленной лигатуры негативно влияет на значения УЭС и прочностные свойства проволоки (рис. 3, 4). С увеличением температуры заливки расплава уровень УЭС снижается (рис. 4). Применение метода СЛИПП и СПП для изготовления катанки с использованием порошковой лигатуры дает возможность получить достаточно хорошее сочетание прочностных и электрофизических характеристик в проволоке.

Проведенные исследования позволили установить, что повышенными прочностными свойствами характеризуется проволока, полученная из катанки, изготовленной методами совмещенной обработки. Производство заготовки методом СПП дает возможность получить наиболее высокие значения временного сопротивления разрыву и электропроводности проволоки. Однако применение метода СЛИПП позволяет значительно снизить трудо- и энергоемкость производства и получить проволоку с хорошим сочетанием прочностных и электрофизических характеристик.